

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 62204527
PUBLICATION DATE : 09-09-87

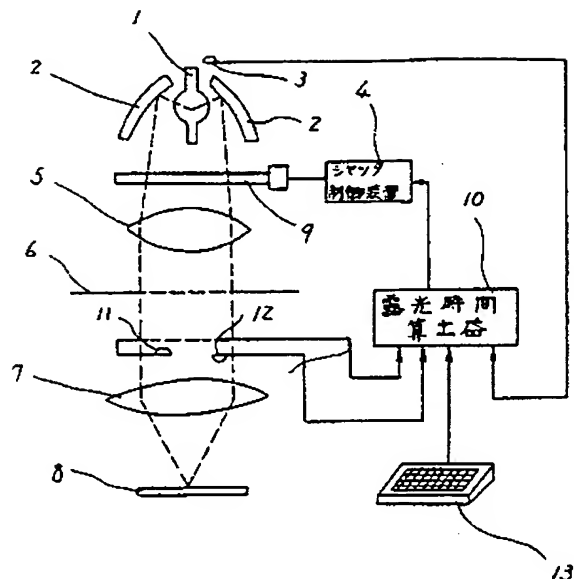
APPLICATION DATE : 05-03-86
APPLICATION NUMBER : 61046184

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : ITO TETSUO;

INT.CL. : H01L 21/30 G03F 7/20

TITLE : MASK EXPOSURE APPARATUS



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce the irregularity of developing size in a mask exposing apparatus by calculating an exposure time with the intensity of light by reflected light from a wafer, operating a shutter and regulating the exposure time.

CONSTITUTION: An exposure time t_{p1} is so controlled as to calculate a photosensitive time T_{p1} of an equation (1) by an exposure time calculator 10 by an exposing time set value T_p input from an input unit 13, an emitting intensity I_p to a wafer 8 (to be measured by a photosensor 12) and a reflecting intensity from the wafer 8 (to be measured by a photosensor 11), to transmit it to a shutter controller 4 and to open or close a shutter 9 by the exposing time T_{p1} . $t_{p1} = T_p \cdot (1 - L_0/I_{p0}) / (1 - I_{r1}/I_{p1})$. The sensor 2 above a light source 1 measures the decrease in the emitting light intensity due to aging change of the light source 1, and inputs it to the calculator to calculate a correction value t_{p2} of an equation (2) so that the emitting energy to the wafer becomes constant. $t_{p2} = t_{p1} \cdot (I_{11}/I_{10}) \dots (2) = T_p \cdot (I_{11}/I_{10}) \cdot (1 - I_{r0}/I_{p0}) / (1 - I_{r1}/I_{p1})$ It prevents a developing size from varying due to change in the absorbing energy to the wafer 8 and the intensity of the light source. Here, I_{p0} , I_{r0} are emitting intensity and reflecting intensity to wafer in case of reference resist film thickness, and I_{p1} , I_{r1} are intensities thereof when the resist film varies.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-204527

⑤ Int.Cl.⁴

H 01 L 21/30
G 03 F 7/20

識別記号

庁内整理番号

Z-7376-5F
7124-2H

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 マスク露光装置

⑯ 特 願 昭61-46184

⑰ 出 願 昭61(1986)3月5日

⑱ 発 明 者 伊 藤 鉄 男 日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

マスク露光装置

2. 特許請求の範囲

1. マスク照射用光源からの光束を収束させてマスクに照射し、該マスク像を光学系によりウエハ上に投影してマスク露光を行なうマスク露光装置において、前記照射光路内に、マスクへの照射時間を制御するシャッタと、ウエハからの反射光を検知する光検出手段を設け、該反射光による光強度を用いて露光時間を算出し、該シャッタを動作させて露光時間を調整することを特徴とするマスク露光装置。

2. 特許請求の範囲第1項において、前記露光時間を算出する際に前記反射光による光強度に加えて、ウエハの現像プロセスにおけるレジストの現像寸法を測定して露光時間の補正を行なうことを特徴とするマスク露光装置。

3. 特許請求の範囲第1項において、前記マスク露光装置を投影露光装置で構成したことを特徴

とするマスク露光装置。

4. 特許請求の範囲第1項において、前記マスク像をウエハ上に投影する光学系は、縮小投影レンズで構成したことを特徴とするマスク露光装置。

5. 特許請求の範囲第1項において、前記光検出手段を光センサで構成したことを特徴とするマスク露光装置。

6. 特許請求の範囲第1項において、前記光検出手段を光導出器により照射光路内の少くとも一部の光を光センサに導いて測定する構成としたことを特徴とするマスク露光装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は投影露光装置に係り、特に超微細加工技術を用いる集積回路製造に好適なマスク露光装置に関する。

〔従来の技術〕

従来の装置は特開昭59-161027号に記載のようにウエハ上での露光照度の安定化を図るた

め、照度制御装置を設けて、光源を制御するようになつていた。しかし、レジストが塗布されたウエハに吸収される光エネルギーがレジスト塗布膜厚の微小な変動により大きく変動することに対する補正に対しては何等言及されていなかった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、ウエハ上での露光照度の安定化を図るため、マスク等の直近位置に照度をモニタするセンサを設けて光源からの光量を直接取り込み、設定値と比較して光源の光量を制御するものである。

しかしながら、ウエハのレジスト膜への照射光量が一定になる様に制御してもレジスト現像寸法が一定になるとは限らない。これは、レジスト膜厚が0.02 μm程度変化してもレジスト表面での反射率が大きく変化して、実際にレジスト内部に吸収されるエネルギーが大きく変化するため、レジストの感光の程度が大きく変化し、現像寸法が変動するためである。

したがって、これを防止するためには、レジス

トラインの現像寸法は太くなり、長くすると細くなる傾向を持つ。一方、レジスト塗布膜厚が基準値より0.02 μm程度(基準膜厚の2%程度)が変動しても、レジスト現像寸法が大きく変動する。これは、レジスト膜厚の2%程度の変動によつても、レジスト表面での反射率が10%程度増加し、あるいは減少し、その結果、実際にレジスト膜内に吸収されるエネルギーが減少(あるいは増加)して、露光時間が短く(あるいは長く)なつたのと同様な作用をするためである。

そこで、光検出手段によりウエハからの反射光を検知し、その値を用いてレジスト膜への変化に対応して露光時間を制御してやることにより好適な現像寸法のパターンが得られることになる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。光源1から放射された光は反射鏡2で反射しコンデンサレンズ5で収束され、平行光になる。この光は回路パターンが描かれたマスク(レティクル)6を照射し、マスク6の像は投影レンズ7

ト表面から反射してくる光量を照射光量から差引いた値すなわち、実際にレジスト膜に吸収される光量(感光量)を一定に抑える必要がある。

本発明の目的は、レジスト膜厚の微小な変動によるレジスト膜内へのエネルギー吸収率の変動に対する補正を行つて現像寸法のばらつきを低減できるマスク露光装置を提供するにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は光検出器又は光検出器への光導入路をマスク露光装置の照射光路内に設けて、レジストを塗布したウエハからの反射光を検知し、その値を用いて、レジスト膜への光吸収率の変化を算出し、その変化に合わせてウエハへの露光(光照射)時間を補正することにより、達成される。

〔作用〕

レジストをウエハ上に1 μm程度に塗布して、マスクパターンを露光し、現像液により、ウエハを現像するとマスクパターンと同様なパターンがレジストに形成される。ポジ型レジストを使用した場合、露光時間を基準値より短くすると、レジ

によりウエハ8に投影される。ウエハ8への照射(露光)時間はシャッター9の開閉時間をシャッター制御装置4により制御して調整する。

ここで、露光時間と吸収率との一般的な関係について説明する。基準膜厚のレジストが塗布されたときのウエハの吸収率が A_0 、その場合の基準露光時間を t_0 とすると、レジスト膜厚が基準値から変動して、ウエハの吸収率が A_1 に変化した場合の露光時間の補正値 t'_0 は次式で表わされる。

$$t'_0 = t_0 \cdot (A_1 / A_0)^{-1} \quad \dots\dots\dots(1)$$

又、ウエハの吸収率 A_1 、 A_0 はマスク露光装置の光路内に設けられた光センサを用いてウエハへの照射強度 I_{r0} 、 I_{r1} 、ウエハからの反射光強度 I_{r0} 、 I_{r1} を測定することにより算出することができ、次式で表わされる。

$$A_0 = (1 - I_{r0} / I_{r0}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$A_1 = (1 - I_{r1} / I_{r1}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 I_{r0} 、 I_{r0} は基準レジスト膜厚のときのウエハへの照射強度と反射強度、 I_{r1} 、 I_{r1} はレジスト膜が変動した時のそれぞれの強度である。

(1)式で計算される露光時間 t_p を用いて、露光を行えば、現像寸法の変動を防止できる。

第1図において、露光時間 t_{p1} は入力装置13から入力される露光時間設定値 T_p とウエハ8への照射強度 I_p （光センサ12で測定される）及びウエハ8からの反射強度 I_r （光センサ11で測定される）を用いて露光時間算出器10で算出し、シャッタ制御装置4に伝送され、この露光時間 t_{p1} でシャッタ9が開閉されるように制御する。 t_{p1} は(1)式より次式で表わされる。

$$t_{p1} = I_p \cdot (1 - I_{r0} / I_{r0}) / (1 - I_{r1} / I_{r1}) \dots (4)$$

ここで、 I_{r0} 、 I_{p0} 、 I_{r1} 、 I_{p1} は(2)、(3)式で使われた値と同じものである。

第1図には光源1の上方に光センサ3が設けられている。このセンサは光源1の経時変化による発光強度の低下を測定するものである。光源の発光強度が低下するとウエハ8への露光時間（シャッタ9の開閉時間で制御する）が一定であっても、ウエハ8への照射エネルギーが低下し、露光時間が短くなつたのと同様な作用をするから、ウエハ

出力値は露光時間である。

第2図は本発明の他の実施例を示す。第1図と異なるのは光センサ14、15、16、17が追加されている点である。本実施例によればマスクの下部、上部、コンデンサレンズの上部の照射及び反射光強度を測れるようになつてゐるため、ウエハの種類、マスクの種類に合せた適切なセンサを選択し、単独で用いるか、複数個の出力の平均値を用いることもできる。本実施例によればウエハへの吸収の変動を精密に測定できる効果がある。

第3図に本発明の他の実施例を示す。第2図と異つてゐるのは光センサ12、15、17を除去した点である。本実施例の場合にはウエハへの照射強度が光源1の発光強度に比例することを利用して、(6)式におけるウエハへの照射強度 I_{p0} 、 I_{p1} を光源の発光強度の測定値に補正係数 k_p を掛け替へる。すなわち I_{p0} 、 I_{p1} は次式で表わされる。

$$I_{p0} = k_p \cdot I_{L0} \dots (7)$$

$$I_{p1} = k_p \cdot I_{L1} \dots (8)$$

への照射エネルギーが一定になるように補正する必要がある。

光源1の初期発光強度を I_{L0} 、経時変化後の発光強度を I_{L1} とすると露光時間の補正值 t_{p2} は次式で表わされる。

$$t_{p2} = t_{p1} \cdot (I_{L1} / I_{L0}) \dots (5)$$

$$= T_p \cdot (I_{L1} / I_{L0}) (1 - I_{r0} / I_{r0}) (1 - I_{r1} / I_{r1}) \dots (6)$$

この計算は光センサ3による光源1の発光強度測定値を露光時間算出器に人力することにより行う。本実施例によれば、ウエハ8への吸収エネルギーの変動と光源の発光強度の変動による現像寸法の変動を防止できるので装置回路の製造歩留りを向上できる効果がある。

以上述べた露光時間の算出は、露光時間算出器10にて行なわれるが、内部構成については、第6図に示すように従来の電子計算機の構成と同一で中央処理装置CPU101と入出力インターフェースI/O102とから構成される。入力値としては光源強度、反射光強度、露光時間設定値、

ここで、 I_{L0} は基準レジスト膜厚を塗布したウエハを露光した時の光源1の発光強度、 I_{L1} は任意の膜厚のレジストを塗布したウエハを露光した時の光源1の発光強度である。本実施例ではウエハからの反射光強度は光センサ11、14、16のうち、少くとも1つを用いて測定する。複数個のセンサを用いて測定しその平均値を用いる様になると測定精度が向上する。

本実施例での露光時間 t_{p3} は次式で表わされる。

$$t_{p3} = T_p \cdot (I_{L1} / I_{L0}) (1 - I_{r0} / k_p I_{L0}) / (1 - I_{r1} / k_p I_{L1}) \dots (9)$$

ここで k_p は補正係数である。

本実施例によれば光センサの数を低減し、コストを低くできる効果がある。

第4図は本発明の他の実施例を示す。第3図と異なるのはウエハの現像プロセス19におけるレジストの現像寸法を現像寸法測定装置20によつて測定し、その値を露光時間算出器10に人力するようにして、露光時間の補正を行う点である。この時の補正係数を k_r とすると補正露光時間

l_{p1} は次式で表わされる。18は露光装置の光学系の部品を示す。

$$l_{p1} = k_1 l_{p2} \quad \dots\dots (10)$$

$$h_1 = 1 + \alpha (x_L - x_s) \quad \dots\dots (11)$$

ここで、 x_L ：レジスト現像寸法

x_s ：レジスト現像寸法設定値

α ：補正係数

である。 α はレジストの種類によつて異なつた値をとる。

本実施例によれば現像プロセス条件の微小な変動の補償も行えるので製造歩留りが向上する効果がある。

第5図に本発明の他の実施例を示す。第1図と異つてゐるのは光センサ11を光路内に設置せず、外部に置き、光導出器21により光路内の光を光センサ11まで導いている点である。本実施例によれば、光導出器21を小さくできるので、マスク投影像に影を生じさせない効果がある。

〔発明の効果〕

本発明によれば、ウェハ上でのレジスト膜厚の

微小な変動によるレジスト膜内へのエネルギー吸収率の変動に対する補正ができるので、レジスト現像寸法のばらつきを低減可能なマスク露光装置を提供できる効果がある。

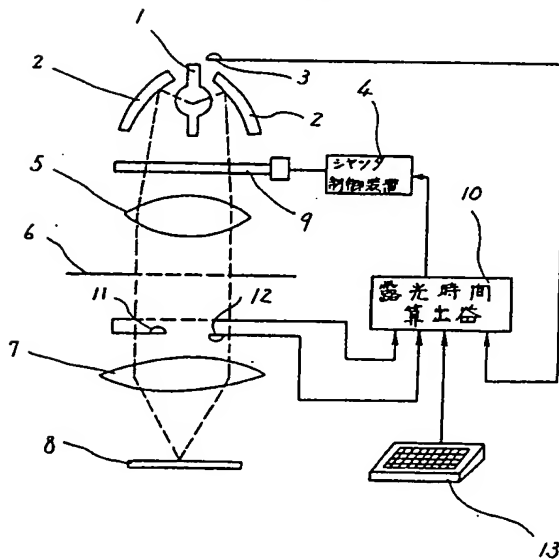
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の基本構成にかかる一実施例を示す図、第2図から第5図は本発明の他の実施例を示す図、第6図は露光時間算出器の内部構成を示す図である。

1…光源、4…シャッタ制御装置、6…マスク、7…投影レンズ、8…ウェハ、9…シャッタ、10…露光時間算出器、11、12、14、15、16、17…光センサ、21…光導出器、20…現像寸法測定装置。

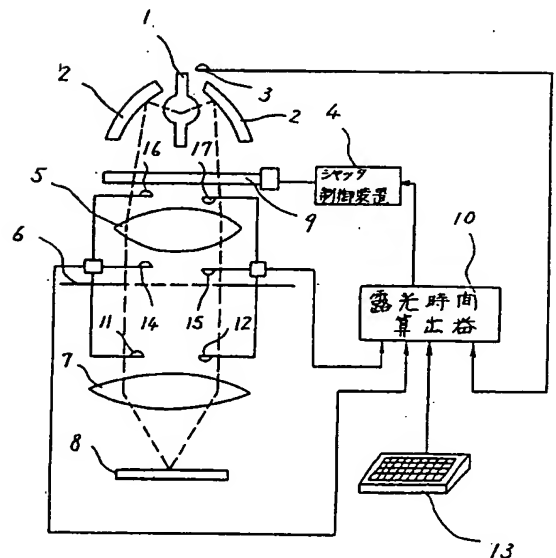
代理人 弁理士 小川勝男

第 1 図

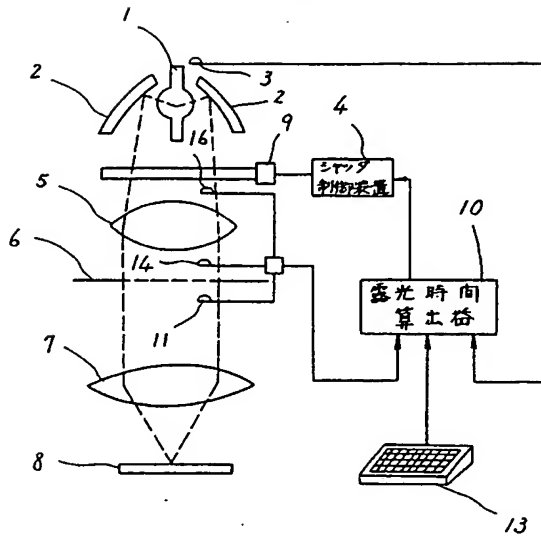


- | | | |
|------------|------------|---------|
| 1…光源 | 8…ウェハ | 11…光センサ |
| 4…シャッタ制御装置 | 9…シャッタ | 12…光センサ |
| 6…マスク | 10…露光時間算出器 | |
| 7…投影レンズ | | |

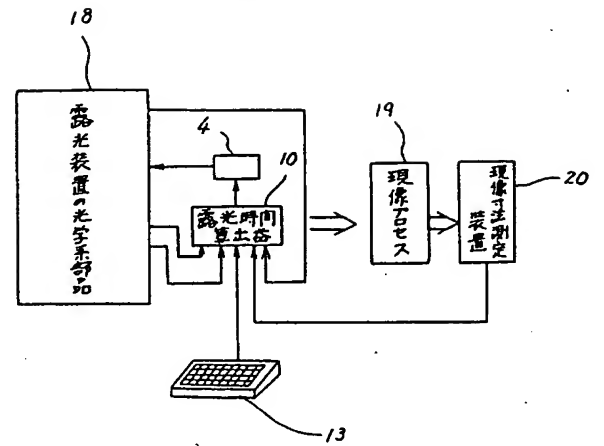
第 2 図



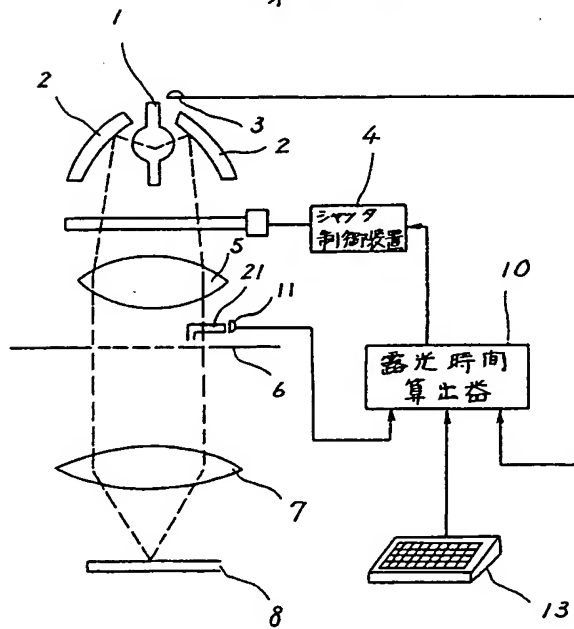
第3図



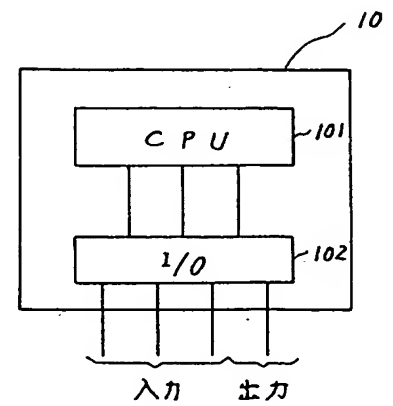
第4図



第5図



第6図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)